

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та
екології**

**Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту
довкілля**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

**на тему: «Використання супутньо-пластової води у біологізації системі
захисту агрофітоценозу»**

**Виконав: здобувач вищої освіти
СВО Магістр за
ОПП Агрокологія
спеціальності 101 – Екологія
Прядко Валерій Григорович**

**Керівник: Писаренко П.В., доктор
сільськогосподарських наук, професор
Рецензент: Піщаленко Марина Анатоліївна,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент**

Полтава – 2024 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

Освітньо-професійна програма Агроекологія

Спеціальність 101 Екологія

Ступінь вищої освіти Магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри екології,
збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
д.с.-г.н., проф. Павло ПИСАРЕНКО
« ___ » _____ 20 __ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Прядку Валерію Григоровичу

1. Тема роботи

Використання супутньо-пластової води у біологізації системі захисту агрофітоценозу

керівник роботи:

доктор сільськогосподарських наук, професор Писаренко Павло Вікторович

затверджено наказом вищого навчального закладу

від « ___ » _____ 20 __ року № ___

2. Строк подання здобувачем роботи

« ___ » _____ 20 __ р.

3. Вихідні дані до роботи

Дані щодо проведення досліджень сільськогосподарських угідь ПСП «Нива» (Полтавська обл., Шишацький (Миргородський) р-н, с. Баранівка).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд літератури, використання біологічних методів захисту рослин в контексті формування сталих агроecosистем; оцінка фізико-хімічних показників добрив; оцінка редуральної рослинності, оцінка фітотоксичності ґрунту; використання пробіотичних препаратів для знезараження добрив.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна ефективність	За потреби		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1.	Огляд літературних джерел	19.09.2023-1.11.2023
2.	Вивчення методик дослідження	1.11.2023-1.02.2024
3.	Вивчення об'єкту дослідження	1.02.2024-1.03.2024
4.	Екологізація системи удобрення сільськогосподарських культур	1.02.2024-1.06.2024
5.	Використання СПВ та пробіотичних препаратів для покращання якості ґрунту	1.06.2024-1.07.2024
6.	Використання суміші СПВ та пробіотичних препаратів у боротьбі з фітопатогенами	1.07.2024-1.09.2024
8.	Характеристика умов проведення дослідження	1.10.2023-1.11.2023
9.	Комплексне використання пробіотичних препаратів з СПВ як фунгіциду в агросистемах	1.10.2024-1.12.2024
10.	Підготовка кваліфікаційної роботи	1.12.2024-15.12.2024

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

Валерій ПРЯДКО

Керівник роботи _____

(підпис)

Павло ПИСАРЕНКО

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Внаслідок воєнних дій на території України посівні площі скорочуються. У той же час, недобір продовольчого зерна може викликати світову продовольчу кризу. Виникає потреба в максимальному залученні земель в сільськогосподарський обіг на території України з метою забезпечення екологічної та продовольчої безпеки, сталого функціонування агроєкосистем.

Проблемам екологізації сільськогосподарського виробництва присвячено багато наукових праць. Однак більшість робіт із цієї тематики стосуються проблем раціонального сільськогосподарського землекористування. Вагомий внесок у дослідженні цієї проблематики зробили такі вчені, як: Балюк С., Будзяк В., Гадзало Я., Гамаюнова В., Калініченко А., Кобець М., Макаренко Н., Писаренко В., Писаренко П., Тараріко О., Третяк А., Фурдичко О. та багато інших. Однак питанням екологізації землекористування як основи розвитку сільського господарства в умовах воєнних дій в Україні приділено недостатньо уваги.

За сучасних умов енергетичної та екологічної кризи пошук нових речовин, що забезпечували б формування мікробного ценозу з багатим складом агрономічно цінних груп мікроорганізмів, оптимальний рівень гуміфікації і збільшення органічної речовини в ґрунті, надасть можливість обґрунтувати інноваційні екологічнобезпечні види добрив та захисту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Як зазначають вітчизняні та зарубіжні науковці Писаренко П., Фітзер Е., Сіліман К. та ін. одним із екологічнобезпечних методів покращення якості ґрунту, у тому числі за рахунок підвищення життєдіяльності мікроорганізмів, є використання природних мінералів і розсолів, зокрема супутньо-пластової води (СПВ), що є побічним продуктом при нафтовидобутку. Перспективним є застосування пробіотиків в рослинництві, але дані припущення потребують подальшого дослідження. Зокрема ряд науковців Кравченко Н., Патики М.,

Писаренко П., Porto de Souza V., Li I. та ін. відзначають позитивний вплив пробіотичних препаратів, зокрема на основні бактерії роду *Bacillus*, на покращення активності мікробіоти ґрунту та фітосанітарний стан агроценозів. У той же час, питання комплексного використання суміші СПВ та пробіотиків, а також встановлення оптимальних доз їх сумісного використання для обґрунтування екологічнобезпечної системи використання нових видів добрив та захисту рослин є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Отже, розв'язання ключових екологічних проблем для України, а саме відновлення техногенно забруднених агроценозів внаслідок воєнних дій на Україні та формування сталих агроecosystem з є першочерговими завданнями для забезпечення екологічної та продовольчої безпеки країни. Виникнення нових аспектів соціально-економічного розвитку України за умов воєнних дій вимагає інноваційних підходів до формування сталих агроecosystem в контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку.

Метою проведення даної роботи стало:

- визначити можливості використання та ефективні дози суміші пробіотичних препаратів та СПВ для протруювання насіння;
- дослідити фунгіцидну активність пробіотичних препаратів та суміші пробіотиків з СПВ, а також їх вплив на фітопатогенних бактерій.

Предметом дослідження є механізм дії суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води на мікробний ценоз та хіміко-фізичні властивості ґрунту.

Об'єктом дослідження є супутньо-пластова вода та пробіотичні препарати.

Методи дослідження. Під час проведення досліджень застосовувались як загальнонаукові методи (діалектики, експерименту, аналізу і синтезу, гіпотез), так і спеціальні: польовий - вивчення впливу пробіотиків та їх

суміші з СПВ на агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунтової системи; вимірювально-ваговий – визначення біометричних показників рослин; лабораторний метод - визначення фізико-хімічними, хімічними, біохімічними, мікробіологічними методами кількісних і якісних характеристик об'єктів досліджень; статистичний метод - встановлення на основі регресійного, дисперсійного, кореляційного методів достовірності отриманих результатів, функціональних залежностей між різними факторами і процесами; розрахунково-порівняльний – оцінка

Наукова новизна отриманих результатів полягає у такому: сформовані наукові засади використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води для розробки біологічних методів захисту від фітопатогенних бактерій та грибів.

Особистий внесок здобувача - у постановці і проведенні досліджень, виконанні експериментальної частини досліджень, узагальненні результатів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 49 сторінках машинописного тексту і складається із загальної характеристики, 3 розділи, висновків. Список використаної літератури налічує 55 найменувань.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	8
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури. Використання біологічних методів захисту рослин в контексті формування сталих агроecosистем	7
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ У БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ АГРОФІТОЦЕНОЗУ.....	23
3.1 Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя.....	23
3.2 Визначення властивостей комплексного використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у боротьбі з фітопатогенами.....	30
3.3.Комплексне використання пробіотичних препаратів з СПВ як фунгіциду в агросистемах.....	36
ВИСНОВКИ.....	41
ЛІТЕРАТУРА.....	43

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.

ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ СТАЛИХ АГРОЕКОСИСТЕМ

За офіційними даними ФАО, потенційні втрати врожаю від хвороб, шкідників рослин щорічно у світі становлять 75 млрд. доларів, або 34,9% [22]. Фітопатогенні мікроорганізми широко поширені у природі. Сприятливі умови для їх розвитку складаються у зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, скороченням різноманітності вирощуваних культур, переходом до сівозмін з короткою ротацією, техногенним впливом на довкілля. У хімічно захищеному ґрунті дана ситуація ще більше посилюється внаслідок створення найсприятливіших умов розвитку збудників захворювань рослин. Обмеженість простору, відсутність природних бар'єрів, що стримують розвиток фітопатогенів, сприяють збільшенню кількості генерацій та вищим втратам урожаю [23].

Інтенсивне використання добрив, особливо азотних, та пестицидів значною мірою змінили видовий склад ризосфери, філосфери, ґрунтових мікробних ценозів. Найчастіше ці зміни посилюють виживання, прояв патогенних властивостей інфекційної мікрофлори [23-24]. У той же час розвиток сучасного сільського господарства потребує інтенсифікації всіх його галузей і, насамперед, рослинництва. Проте це неможливо без організованого захисту рослин, без урахування фітопатологічної ситуації, яка в останні роки погіршується в усьому світі. Ця обставина обумовлює необхідність удосконалення методів захисту рослин, пошуку альтернативних шляхів боротьби зі шкідливими організмами, що сприяють зменшенню чисельності популяції та зниженню вірулентності патогенів.

Загалом аграрні ландшафти відрізняються малою насиченістю різними видами живих організмів. Тому агроecosистеми і біогеохімічні потоки в таких ландшафтах нестійкі. Це проявляється в значних коливаннях урожайності, забрудненні і руйнуванні природних об'єктів, зниженні

економічної ефективності продовольства. Видове збіднення агроландшафтів приводить до розмноження шкідливих організмів. Тому біологічна різноманітність – необхідна умова стабільного функціонування агроecosистем і збереження необхідної якості довкілля та продуктів харчування для життя і здоров'я людства.

Властивості і режими орних ґрунтів на території Центрального лісостепу України в цілому уже зараз далекі від сільськогосподарського та екологічного оптимуму і мають стійку тенденцію до подальшої деградації. Широко розповсюджені процеси техногенного забруднення внаслідок нераціонального ведення сільського господарства, які посилилися воєнними діями в Україні, уже в даний час здатні приймати безповоротних характер і виводити із сільськогосподарського користування великі площі сільськогосподарських угідь.

У даних умовах землеробство, враховуючи його сучасний екологічний стан, потребує глибокої агроecологічної реорганізації в наступних напрямках:

- екологічно обґрунтованого зменшення антропогенного впливу на агроecosистеми;
- досягнення максимальної екологічної відповідності виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва сталому функціонуванню агроecosистем;
- використання систем захисту рослин на основі біологічних методів, які не спричиняють забрудненню ґрунту й рослин та які не пригнічують нецільові шкідливі організми, а сприяють розвитку мікроценозу ґрунту та пригнічують тільки патогенні мікроорганізми;
- використання екологічно безпечних систем підживлення та відновлення якості ґрунту;
- створення науково-технічного забезпечення і благоприємних умов для широкого розповсюдження екологізованих ґрунтозахисних і ресурсозберігаючих систем землеробства із стабільно високим виробництвом

екологічно безпечної продукції.

Розглядаючи питання екології та агротехніки, Писаренко В.М. [241-242] підкреслює, що екологічно безпечне землеробство може бути лише тоді, коли екологічність стане обов'язковою складовою технологій, а не яким-небудь окремим заходом. При цьому функціонування сучасних систем землеробства мають бути природозберігаючими та екологічно збалансованими, тобто не тільки не повинно входити в протиріччя з навколишнім природним середовищем, але і не наносити їй збитку. Потрібно забезпечити стале відновлення і саморегуляцію відновлювальних біологічних ресурсів. У зв'язку з цим, в системі землеробства актуалізується загальний принцип сталого розвитку, що потреби екології мають пріоритет над вимогами економіки.

При проведенні заходів по захисту рослин слід діяти диференційовано, враховуючи все різноманіття природно-кліматичних умов. При цьому важливим принципом при захисті рослин від шкідників, хвороб і бур'янів є комплексність заходів боротьби. Поєднання різних прийомів дозволить бистріше і з меншими витратами знизити кількість шкідливих організмів у посівах до прийняттого рівня, відмовитись від використання хімічних засобів захисту рослин, і тим самим сприяти екологізації землеробства.

Особливо важливим питанням є зменшення або відмова від використання хімічних засобів захисту рослин. Задача полягає в тому, щоб знайти інноваційні екологобезпечні засоби захисту рослин, які є природними (біологічними) та діють локально на потрібні шкідники, не наносячи шкоду якості ґрунту, мікробному біоценозу та біорізноманіттю агроєкосистеми загалом. При цьому природоохоронні вимоги є пріоритетними при формуванні систем захисту рослин. Пріоритет при контролі чисельності шкідливих організмів слід віддавати екологічно безпечним технологіям [23].

У науковій літературі зазначається необхідність зменшення використання хімічних засобів захисту рослин, таких як гербіциди,

інсектициди, фунгіциди. Рекомендується зводити до мінімуму рекомендовані норми внесення хімічних препаратів за рахунок підбору чутливої фази бур'янів та відповідних кліматичних умов (відсутність опадів, помірною температура повітря тощо) [34; 40]. Також рекомендується використання сумішевих препаратів синергістів, які дозволяють покращувати біологічну та економічну ефективність захисних заходів.

До недавнього часу вважалося, що проблема наслідків хімізації сільського господарства (забруднення пестицидами) являється виключно сільськогосподарською. На сьогодні стало ясно, що вона зайняла провідне місце в ряді світових екологічних проблем, тому що вона пов'язана з стратегією розвитку сільського господарства і одночасно з охороною здоров'я, тваринного і рослинного світу та життєзабезпеченням біосфери [45]. Тому на сьогодні загальноприйнята концепція інтегрованої системи захисту рослин передбачає використання комбінованих методів, при яких з переважним врахуванням біологічних, біотехнічних, селекційних, а також рослинницьких та агротехнічних заходів, використання хімічних засобів захисту рослин зводиться до мінімуму [40]. При цьому пріоритет надається швидкорозкладаючим пестицидам та препаратам, що використовуються з мінімальними нормами витрат, а також комплексні малотоксичні пестициди.

Як зазначають Писаренко В. М., Татаріко О. Г. [22; 25; 26] подавлення збудників хвороб, шкідників і бур'янів повинно здійснюватися з мінімальним навантаженням для навколишнього природного середовища через підбір сівозмін, підбір сортів, диференційованим підходом у обробці ґрунту, правильному використанні добрив і використання безпечних для зовнішнього середовища засобів захисту рослин, орієнтованого строго на екологічно та економічно обґрунтовані пороги шкодочинності. У науковій літературі також рекомендуються такі методи як вибіркова обробка ділянок, обробка країв полів, ланцюгове обприскування, внесення гранульованих пестицидів разом з насінням [24].

Зменшенню забур'яненості ґрунту сприяє введення в сівозміну

проміжних культур. Так, при їх використанні в посівах цукрового буряку зниження забур'яненості перед збиранням склало 30%. Під дією проміжних культур зменшилась маса бур'янів [27].

Для зниження шкідливого впливу бур'янів потрібно ширше використовувати здатність висококонкурентних рослин подавляти бур'яни. На цій здатності оснований фітоценотичний метод боротьби з бур'янами. Різні варіації були використані як в цілому по різних культурах, так і в боротьбі з найбільш злісними видами бур'янів: бодяком польовим та іншими [28].

Ряд досліджень [25; 31] показали, що одним з напрямків заміни хімічних засобів захисту рослин на екологічно безпечні препарати є використання природніх мінералів і розсолів. Так у результаті досліджень, проведених Писаренком П.В. встановлено ефективність зменшення забур'яненості посівів за допомогою використання гною, обробленого мінералізованою пластовою водою. Після 4-х місяців зберігання у варіанті де застосовували природні розсоли та мінерали (дозою 250 л/т супутньо-пластової води та 100 л/га і більше для бішофіту) насіння осоту польового, марі білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизилася (щириця на 55,8%, триреберник - 66,1%, пирій повзучий - 45,6%).

Також у науковій літературі досліджено реакцію бур'янів на обробку як МПВ (у деяких літературних джерелах мінералізовану пластову воду називають як супутньо-пластова вода – СПВ, що на нашу думку є більш вузьким поняттям, але по суті дані поняття є синонімами) і бішофіту. За даними [31] найбільш потерпають від обробки мінералізованою пластовою водою та бішофітом широколисті двосім'ядольні бур'яни, такі як гірчиця польова, гречка татарська, гірчак березковидний, амброзія полинолиста, талабан польовий, грицики звичайні, лобода біла, березка польова та інші. Злакові бур'яни та багаторічні (такі як осот польовий, осот жовтий, хвощ польовий, мишій сизий та інші) мають опіки листової поверхні різного ступеня, але не гинуть. Слід зазначити що, використання мінералізованої

пластової води, на відміну від бішофіту, значно стримує ріст і розвиток таких бур'янів як осот польовий і осот рожевий. Після обробки мінералізованою пластовою водою вони отримують значні опіки листової поверхні, особливо точки росту, і знаходяться у пригніченому стані до 10-12 днів, що дає можливість починати збирання зернових культур до цвітіння цих злісних бур'янів (тобто запобігається їх генеративне розмноження) [19].

Одним із важливих варіантів використання природніх мінералів і розсолів є обробка насіння сільськогосподарських культур як фунгіцидами [24]. За попередніми дослідженнями Писаренка П.В. щодо впливу різних концентрацій МПВ на проростання спор збудників пильної головної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae (Pers)*) встановлено, що МПВ ефективно пригнічує проростання спор збудників пильної головної проса у будь яких її концентраціях. Практично у всіх розчинів, крім МПВ 15% (89,7% - пригнічення проростання спор збудників пильної головної проса), 20% (70,5% - пригнічення) та 25% (85,4% - пригнічення) цей показник був не нижче за 90%. Також встановлено, що схожість насіння була знижена на 2% по відношенню до контролю у варіанті тільки з 100% концентрацією МПВ, у всіх останніх схожість насіння оброблених МПВ була більше ніж на контролі. Обробіток протруювачем сумі-8 значно знижує схожість насіння проса (66% проти 94% на контролі) [2].

Як зазначалося, внаслідок інтенсивного використання у сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин, загострюється проблема не лише забруднення довкілля, а й появи нових, стійких до хімічних препаратів форм патогенів. У зв'язку з цим актуальність питання щодо необхідності розвитку біологічних методів захисту рослин, які ґрунтуються на використанні природніх агентів біологічної регуляції шкідливих видів, не викликає сумніву [24]. При цьому одними із новітніх екологічнобезпечних методів заміни хімічних засобів захисту рослин є використання мікробіологічних препаратів. Дослідження, проведені Волкогоном В. В. [20; 21], Патиною В. Ф. [21; 25] доказали, що покращити стан ґрунту можливо

при використанні мікробіологічних препаратів. Позитивним результатом внесення є зниження токсичності ґрунту, зменшення розповсюдження хвороб і покращення режиму живлення рослин.

Мікроорганізми є продуктом живої природи. Розмножені в штучних умовах захисту рослин, вони легко вписуються в екологічну систему, мало порушуючи її цілісності. Також у багатьох випадках мікробіологічні системи захисту доповнюють і покращують природні спільноти організмів, не завдаючи шкоди культурам, що вирощуються. Вони дають можливість здійснювати управління біо- та агроценозами та підвищувати їхню ефективність [2, 25].

Над питанням мікробіологічного захисту рослин нині активно працюють у багатьох країнах світу. Зокрема в Україні розроблено ефективні препарати для захисту від грибних захворювань рослин [25], активно проводять дослідження у напрямі селекції активних штамів мікроорганізмів-антагоністів, створення зручних препаративних форм. Біофунгіциди на основі живих культур мікроорганізмів характеризуються перевагами, до яких можна віднести безпеку для людини і тварин, відсутність фітотоксичності, мутагенної та онкогенної активності, а також широкий спектр дії стосовно різних патогенів. Слід також відзначити нешкідливість біопрепаратів для довкілля. Реальним є розширення спектра біологічних інсектицидів. Нині в арсеналі мікробіологів є відомий препарат Бітоксисабацилін, а також його покращені аналоги (на основі *Bacillus thuringiensis*) [25].

Надзвичайно перспективними в цьому напрямі є дослідження антипаразитарного впливу метаболітів актинобактерій роду *Streptomyces* [25]. У разі застосування біопестицидів не вирішеним може залишатися питання з окремими захворюваннями сільськогосподарських культур, наприклад головнею. Але для розв'язання цього питання розробляють агрозаходи, що ґрунтуються не на застосуванні агрохімікатів. Перспективним є знезараження насінневого матеріалу за використання методів електронопроменевої та мікрохвильової обробок [26]. Проте, на наш погляд, використання зазначених

фізичних методів має поєднуватися із наступним застосуванням біопрепаратів, у т.ч., земледобрувальної дії [27]. Покращуючи один елемент в системі землеробства і не змінюючи інший, можна звести все на нівець. Тобто використання екологічно безпечних препаратів, зокрема мікроорганізмів, у системі захисту рослин, необхідно передбачати відповідні зміни при внесенні добрив, підживленні тощо. Тільки комплексний підхід може дати ефективний результат з екологічної та економічної точок зору [28].

Такий підхід здається цілком виправданим із таких міркувань. Обробка насіння одним із зазначених вище методів може забезпечити їх стерилізацію, при цьому будуть знищені як патогенні, так і корисні мікроорганізми. Між тим, саме насіння еволюційно пристосоване для передачі наступному поколінню рослин необхідної для нормального функціонування мікрофлори [265]. Оскільки внаслідок застосування фізичних методів може бути розірваним один із ланцюгів забезпечення рослин корисними мікроорганізмами, необхідна штучна бактеризація простерилізованого посівного матеріалу. Крім того, звільнення поверхні насіння від мікроорганізмів залишає незаповненою екологічну нішу, яка може бути зайнятою патогенними ґрунтовими мікроорганізмами. Отже, важливо, щоб вона була освоєною саме корисною мікробіотою [29].

Ще одне складне питання в рослинництві — захист сільськогосподарських культур від вірусних хвороб. Нині втрати від вірусних інфекцій можуть сягати 30–80%. Їх можна уникнути, отримуючи оздоровлений посівний матеріал. Проте за безвірусного насінництва виникає низка проблем, пов'язаних із повторним інфікуванням рослин вірусами. Безумовно, це вимагає від вірусологів невідкладної розробки заходів наукового і організаційного характеру. Серед них слід виділити проведення моніторингу природного інфекційного фону та формування колекції фітопатогенних вірусів для створення тест-систем фітопатогенів. Необхідність цього також зумовлена виявленням неідентифікованих вірусів у

агроценозах України [27].

Як показує світовий досвід, ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від означених питань фітовірусологічних досліджень і використання результатів у практичній роботі. Як зазначає ряд вітчизняних та зарубіжних дослідників [22] при нормальних умовах функціонування агроценозів та високої культури землеробства (яку ми розуміємо як екологізацію землеробства) можна істотно обмежити використання агрохімікатів, або застосовувати їх лише у випадку виникнення надзвичайної, некерованої ситуації. Так Волкогон В. В. відзначає [26], що поєднанні ж з іншими методами захисту рослин — механізацією, науково обґрунтованими сівозмінами, селекцією стійких проти захворювань і шкідників сортів, використанням біологічних препаратів — можна звести застосування синтетичних фунгіцидів та інсектицидів до мінімальних об'ємів, а в подальшому до їх заміни біологічними препаратами.

Як зазначають у своїх дослідженнях Волкогон В. В. [26], у результаті різнобічної діяльності людини досить часто зміщується екологічна рівновага і, в першу чергу, це стосується складу угруповань мікроорганізмів навколишнього середовища. Результати такого впливу на мікроорганізми виявляються не тільки у зміні мікробних ценозів ґрунтів, що вже обговорювалося вище, а й у виникненні нових захворювань людей і тварин. Так тривале застосування антибіотиків сприяє формуванню популяцій мікроорганізмів, стійких до лікарських препаратів. Виходом із даної ситуації, як зазначено у дослідженнях Патики В. П., Тараріко Ю. О. є використання бактеріальних препаратів на основі живих мікробних культур — пробіотиків. Їх лікувальний та профілактичний ефект зумовлений антагоністичною активністю до патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів, здатністю активізувати макрофаги та індукцію інтерферонів, а також позитивним впливом на стан антиоксидантної системи організмів теплокровних [25]. Застосування пробіотиків з лікувально-профілактичною метою, на відміну від антибіотиків, стимулює імунну відповідь організму тварин, відновлює

нормальний мікробний ценоз. Пробіотичні препарати не мають протипоказань до застосування.

В Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України розроблено низку пробіотичних препаратів, нешкідливість, високу ферментативну та антагоністичну активність яких підтверджено в ході виробничих випробувань [29]. Зважаючи на те, що ефекту досягнуто від застосування незначних доз препаратів, а їх собівартість невисока, використання пробіотиків у рослинництві може стати надзвичайно вигідним і з економічного погляду. Перспективним є застосування пробіотиків в рослинництві, але дані припущення потребують подальшого дослідження. На даний час їх використовують в тваринництві [2], для силосування [21], при консервуванні вологого плющеного зерна [22].

Таким чином можна констатувати, що вивчення питання використання пробіотиків у системі захисту рослин є інноваційним та потребує подальшого дослідження. У той же час потрібно відзначити, що мікробні препарати при незаперечній екологічній доцільності їх застосування мають такий недолік, як нестабільність їх дій, залежність від зовнішніх факторів. Тому враховуючи перспективність попередніх досліджень щодо використання мінералізованої пластової води у системі захисту рослин, яка в той же час є джерелом макро- і мікроелементів, та може виступати як середовище живлення для корисних мікроорганізмів, доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологічнобезпечних засобів захисту рослин, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та мінералізованої пластової води у системі захисту рослин.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методи визначення впливу пробіотичних препаратів та СПВ на мікробіоту ґрунту.

Для мікробіологічних аналізів відбирали по 10 г ґрунту з кожного варіанту досліду, досліди проводили у трьох повторях. Наважки переміщували у стерильні ступки і диспергували мікроорганізми методом Д. Звягінцева [406]. Десятикратні розведення вихідної ґрунтової суспензії використовували для висівання на селективні середовища.

Визначення еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів проводили шляхом висіву певних розведень ґрунтових суспензій на відповідні поживні середовища [406-409]. Чисельність мікроорганізмів визначали методом висівання ґрунтової суспензії на стандартні поживні середовища: амоніфікуючі бактерії – на м'ясопептонному агарі (МПА); стрептоміцети і бактерії, що використовують мінеральний нітроген (амілолітичні) – на крохмаль-аміачному агарі (КАА); педотрофні – на ґрунтовому агарі (ПА); нітріфікатори визначали в рідкому середовищі Віноградського (1 мл суспензії, 2 – 4 розведення) та на вилугованому голодному агарі з 2,5 мл 20%-ного розчину $MgNH_4 \cdot 6H_2O$ (посів на поверхні); денітріфікатори - на середовищі МПА з 0,1% аміачної селітри; кількість мікроскопічних грибів – на агарізованому середовищі Чапека з молочною кислотою, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА)(компанія-виробник середовищ TITAN BIOTECH LTD, Індія); кількість спорових форм мікроорганізмів – після пастерізації ($70^\circ - 30^\circ$) на МПА з вуглеводами, або на середовищі - сусло-агар (СА); кількість патогенних форм мікроорганізмів відповідно [410].

Після засіву поживних середовищ їх інкубували при температурі $28^\circ C$ упродовж 5–14 діб (залежно від швидкості росту мікроорганізмів певних груп) [411]. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) на 1 г абсолютно сухого ґрунту. Для цього термостатно-ваговим методом визначали вологість зразка ґрунту, взятого для досліду, і

перераховували отриману кількість колоній з урахуванням коефіцієнта вологості та розведення ґрунтової суспензії. Досліди проводили в трьох повторях. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті визначали за коефіцієнтами мінералізації–імобілізації, оліготрофності, педотрофності:

- індекс мінералізації–імобілізації (ІМІ) - це співвідношення амілолітичних мікроорганізмів, що використовують аміачний (мінеральний) азот до амоніфікуючих мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот (білкових речовин ґрунту). $ІМІ > 1$ свідчить про підвищення швидкості розкладання гумусу чи несприятливих умов для розвитку мікроорганізмів;

- індекс педотрофності (ІП) - це співвідношення педотрофних мікроорганізмів, що беруть участь у перетворенні водорозчинної фракції поживних речовин ґрунту, до амоніфікуючих мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот. $ІП > 1$ свідчить про відновлення гумусу і наближення до цілинних земель (>6);

- індекс оліготрофності (ІО) - це співвідношення оліготрофних мікроорганізмів, що завершають мінералізацію органічних сполук ґрунту, до амоніфікуючих мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот. $ІО > 1$ свідчить про несприятливі деградаційні процеси в ґрунті.

Активність уреаз визначали колориметрично з 3 % розчином сечовини і кількісним визначенням аміаку з реактивом Неслера в мг NH_3 на 1 г ґрунту за 24 год [13]; каталази – газометрично з 3% розчином перекису водню в $\text{cm}^3 \text{O}_2$ на 1 г ґрунту за 1 хв.; активність поліфенолоксидази та пероксидази визначали за методом А. Ш. Галстяна [414]. Статистичний аналіз виконували методом дисперсійного аналізу в комп'ютерних програмах Excel та Statistica – 6.0 [41].

Проведення фітопатологічних досліджень здійснювали відповідно відповідно [45]. Визначення чутливості бактерій до антибіотичних речовин проводили методом серійних розведень на твердому поживному середовищі – картопляному агарі, використовуючи крапельний метод [41]. Для цього чашку Петрі з картопляним агаром (КА) засівали бактеріальною суспензією

досліджуваних бактерій (концентрація бактеріальної суспензії 1×10^9 колонієутворюючих одиниць/мл – КУО/мл), в кількості 0,1 мл на чашку і розтирали шпателем. Після цього в кожен чашку вносили в центр по 0,1 мл препарату в різних концентраціях. Через 24-48 год. інкубування чашок Петрі в термостаті при 28°C робили облік зон відсутності росту досліджуваних бактерій. Повторність дослідів – 3-х разова. Відсутність затримки росту вказувало на резистентність мікроорганізмів до даної концентрації препарату. Зони, діаметр яких не перевищує 15 мм, свідчить про слабку чутливість до препарату. Зони затримки росту від 15 до 25 мм фіксуються у чутливих мікроорганізмів, високочутливі характеризуються зонами з діаметром більш ніж 25 мм [17].

Визначення фунгіцидної активності біоциду проводили на середовищі – сусло-агар. в якому пробійником діаметром 8 мм пробивали лунки, наносили культуру гриба, а в лунки вносили розчини досліджуваних препаратів і культивували при температурі, яка є оптимальною для вирощування тест-культур. Для випробувань використовували препарати в концентраціях 100%, та розведені в 10, 100, 1000 і 10000 раз. Висновок про фунгіцидну активність біоциду, що підлягав випробуванню, робили за зонами затримки росту на 3-тю та 5-ту добу інкубування [45].

Визначення фізико-механічних та хімічних властивостей ґрунту проводили наступними методами:

Фізико-механічні властивості ґрунту (структура, вміст водотривких агрегатів) досліджували за методом Штатнова, Савинова [18]. Загальний вміст гумусу визначали за методом Тюріна [49]. Відбір ґрунтових проб виконували відповідно до ДСТУ 4287:2004 [40], підготовку до аналізу – згідно з вимогами ДСТУ ISO 11464-2007 [41]. Лабораторний аналіз проб ґрунту та води здійснювали на базі акредитованої лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАУ.

Визначення у гної калію проводили по ДСТУ ISO 5310-2003 [435], фосфору СТУ EN 15959:2015, азоту аміачного ДСТУ ISO 4176-2003,

загального азоту за ДСТУ ISO 5315:2003, органічної речовини за ГОСТ 27980-88, вологи за ДСТУ EN 12048:2005.

Методи визначення продуктивності рослин та якості урожаю.

До основних показників якості посівного матеріалу відповідно ДСТУ 4138-2002 відносять схожість, енергію проростання, зараженість хворобами та заселеність шкідниками, вологість тощо. Кількість насіння, що проросло за перші 3-4 дні, показує його енергію проростання. Для кожної сільськогосподарської культури встановлено стандартом час обліку енергії проростання та схожості [42]. Чашки Петрі розміщували у термостатах, де підтримували температуру близько 20°C. За проростанням насіння спостерігали щоденно протягом 7 днів. Схожість виражали відсотковим відношенням кількості насіння, що проросло, до загальної кількості висіяного. Через три дні пророщування визначали енергію проростання, а через 7 – лабораторну схожість.

Облік бур'янів проводився кількісно-вагомим методом, який полягає в накладанні облікових площадок (0,5 м²) в 10 місцях по діагоналі кожної ділянки досліду [43]. Облік наземного забур'янення просапних культур вівся перед міжрядними обробітками і збиранням врожаю, а культур суцільного посіву - в строки рекомендовані для проведення обробки гербіцидами і перед збиранням врожаю. Під час обліку наземного засмічення всі бур'яни підраховувались, виривались, висушувались до повітряно-сухого стану і зважувались.

Облік врожаю зернових культур здійснювали збиранням снопового зразка в 3-х кратній повторності на облікових ділянках в фазі повної стиглості зерна, а кукурудзи - суцільним методом на варіанті досліду в фазі повної стиглості зерна. Структуру урожаю визначали за методикою польового досліду [44].

Математичні статистичні методи.

Математичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою кореляційного та регресійного аналізу. Обчислення статистичних

показників і кореляційного зв'язку між досліджуваними параметрами проводили за загальноприйнятими методами з використанням комп'ютерної програми MS Excel. Достовірність розрахованих параметрів визначали за допомогою *t*-критерію Стьюдента на рівні значимості 0,05.

Розрахунок економічної та біоенергетичної ефективності застосування СПВ та пробіотиків в чистому стані та в суміші з пестицидами і добривами проводився за методичними вказівками [40, 21].

В роки досліджень повторність в дослідах була трьох-чотирикратною, а розміщення ділянок рендомізоване. На початкових етапах наших досліджень площа ділянок складала 10-15 м². При установленні розміру ділянки враховували особливості агротехніки рослин ширину міжряддя, густоту стояння і інше. Наприклад, для кукурудзи достатньо 60 рослин на ділянці. Для досить точного досліду площа облікової ділянки повинна бути для зернових - 40-60 м², в просапних - 500 -100 м².

Виробнича перевірка результатів досліджень здійснювалась шляхом закладання польових дослідів, про що свідчать акти виробничого впровадження.

При проведенні досліджень дотримувався методичний підхід - суворе отримання принципу єдиного розрізнення, а також відповідність умов проведення дослідів типових виробничих умовам, що забезпечувало одержання достовірних результатів.

РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ У БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ АГРОФІТОЦЕНОЗУ

3.1 Вплив пробіотиків та супутньо-пластової води на посівні якості пшениці озимої та ячменя

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, тому вітчизняні та зарубіжні науковці [34; 35; 38; 44; 47; 51; 480; 482] все більше схиляються до думки підтримки стійкості, використання природного потенціалу агроекосистем. Важливо застосовувати препарати, які забезпечують ефективний контроль чисельності збудників хвороб та шкідників, запобігання їх розвитку та розповсюдженню на початковому етапі, при обробці насіння, при цьому не знижуючи його посівні якості. Оскільки хімічні препарати для захисту сільськогосподарських культур від бактеріозу є небезпечними для навколишнього середовища, а також встановлено негативний вплив хімічних препаратів при протруюванні на посівні якості насіння, існує необхідність вивчення та удосконалення біологічних методів боротьби із хворобами агрофітоценозу.

Важливу роль у створенні екологічно збалансованого сільськогосподарського виробництва відіграють мікробіологічні засоби захисту рослин від хвороб та шкідників. Біологічні засоби захисту дозволяють значно здешевити технологію виробництва продукції, а комбіновані системи захисту дають можливість запобігти явищу виникнення резистентності до хімічних пестицидів у збудників хвороб та шкідників, яке спостерігається при використанні хімічного методу захисту. На сьогодні відомі бактеріальні добрива на основі азотфіксуєючих та фосфатмобілізуєючих мікроорганізмів, багато штамів яких є антагоністами фітопатогенної мікрофлори [483]. Як показали дослідження у розділі 3, новим та перспективним напрямком підвищення продуктивності агроценозів є використання препаратів на основі пробіотичних культур.

Для попередньої оцінки можливості використання пробіотичних препаратів для знезараження насіння в лабораторних умовах (лабораторія агроекологічного моніторингу ПДАУ) на першому етапі проведено дослідження використання пробіотичних препаратів як протруювача. Для дослідження використано насіння пшениці озимої (Диканька) та ячміню (Парнас), що обумовлено необхідністю вивчення впливу пробіотиків на голозерне (пшениця озима) та плівчасте (ячмінь) насіння.

До основних показників якості посівного матеріалу відповідно Державного стандарту України 4138-2002 [441], відносять схожість, енергію проростання, зараженість хворобами та заселеність шкідниками, вологість тощо. Кількість насіння, що проросло за перші 3-4 дні, показує його енергію проростання. Для кожної сільськогосподарської культури встановлено стандартом час обліку енергії проростання та схожості [441]. Схожість – найважливіший показник якості насіння, її визначають за кількістю нормальних проростків, які з'явилися через 7 діб пророщування [442]. Від схожості насіння залежить його посівна якість.

Для вивчення можливості використання пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* як протруювача з фракції чистого насіння пшениці озимої та ячменю відбирали підряд чотири проби по 100 насінин і пророщували їх у чашках Петрі між фільтрувальним папером у наступному розчині:

- 1 варіант – контроль (вода);
- 2 варіант – пробіотик *Sviteko-Агробіотик-01* в нативному стані;
- 3 варіант – в 10% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*;
- 4 варіант – в 1% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*;
- 5 варіант – в 0,1% розчині пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*.

Чашки Петрі розміщували у термостатах, де підтримували температуру близько 20°C. За проростанням насіння спостерігали щоденно протягом 7 днів. Схожість виражали відсотковим відношенням кількості насіння, що проросло, до загальної кількості висіяного. Через три дні пророщування визначали енергію проростання, а через 7 – лабораторну схожість.

Найвищою енергією проростання (таблиця 4.1) на пшениці озимій характеризувався варіант 4 (1% розчин пробіотику) з середнім показником 90%, що на 18% більше у порівнянні з контролем. Нативний пробіотик викликав пошкодження насіння, що привело до зменшення схожості насіння на 15%. Обробка насіння пшениці озимої 10% та 0,1% розчином пробіотику сприяло збільшенню енергії проростання на 10% та 3% у порівнянні з контролем відповідно, що дещо гірше у порівнянні з варіантом 1% розчину пробіотику. Найвищою енергією проростання (таблиця 3.1) на ячмені характеризувався варіант 3 (10% розчин пробіотику) з середнім показником 91%, що на 23% більше у порівнянні з контролем.

Таблиця 3.1

Енергія проростання зразків пшениці та ячменя при знезараженні різною концентрацією пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01*, %

Варіант досліджу	Пшениця озима	% від контролю, ±	Ячмінь	% від контролю, ±
1. Контроль	76	-	74	-
2. Обробка 100% розчином пробіотику	65	-15	71	-4
3. Обробка 10% розчином пробіотику	84	+10	91	+23
4. Обробка 1% розчином пробіотику	90	+18	83	+12
5. Обробка 0,1% розчином пробіотику	79	+3	75	+1

Обробка насіння ячменю 1% та 0,1% розчином пробіотику сприяло збільшенню енергії проростання на 12% та 1% у порівнянні з контролем, що дещо гірше у порівнянні з варіантом 10% розчину пробіотику. Це обумовлено в першу чергу знезаражуючим впливом пробіотичних препаратів на фітопатогени, але на відміну від фунгіцидів пробіотичні препарати не знижують енергію проростання та схожість насіння.

Аналогічні дані отримано при визначенні схожості насіння ячменя та пшениці озимої (табл. 3.2).

Лабораторна схожість зразків пшениці та ячменя при знезараженні різною концентрацією пробіотичного препарату *Sviteko-Азробіотик-01*, %

Варіант досліджу	Пшениця озима	% від контролю, ±	Ячмінь	% від контролю, ±
1. Контроль	88	-	85	-
2. Обробка 100% розчином пробіотику	78	-12	87	-2
3. Обробка 10% розчином пробіотику	90	+2	93	+9
4. Обробка 1% розчином пробіотику	94	+6	90	+5
5. Обробка 0,1% розчином пробіотику	89	+1	87	+2

Найвищою схожістю на пшениці озимій характеризувався варіант 4 (1% розчин пробіотику) з середнім показником 94%, що на 6% більше у порівнянні з контролем, а на ячменю – варіант 3 (10% розчин пробіотику) з середнім показником 93%, що на 9% більше у порівнянні з контролем. Таким чином, для протруювання насіння пшениці озимої найкраще використання 1% розчину пробіотику (для голозерного насіння), для ячменя – 10% розчин пробіотику (для плівчастого насіння). При цьому різна концентрація, при якій спостерігається найбільш високі показники схожості та енергії проростання у пшениці озимої та ячменя обумовлено наявністю плівки у ячменя, що потребує збільшення концентрації пробіотику для знезараження збудників хвороб та шкідників на його поверхні. Також встановлено, що висока концентрація пробіотику (100%) навпаки пригальмовує схожість насіння, що пояснюється впливом високої концентрації пробіотичних мікроорганізмів на розвиток інших мікроценозів.

Проведено вивчення можливостей використання супутньо-пластової води як протруювача. Для цього закладені аналогічні дослідження із різною концентрацією СПВ:

1 варіант – контроль (вода);

2 варіант – 10% розчин СПВ;

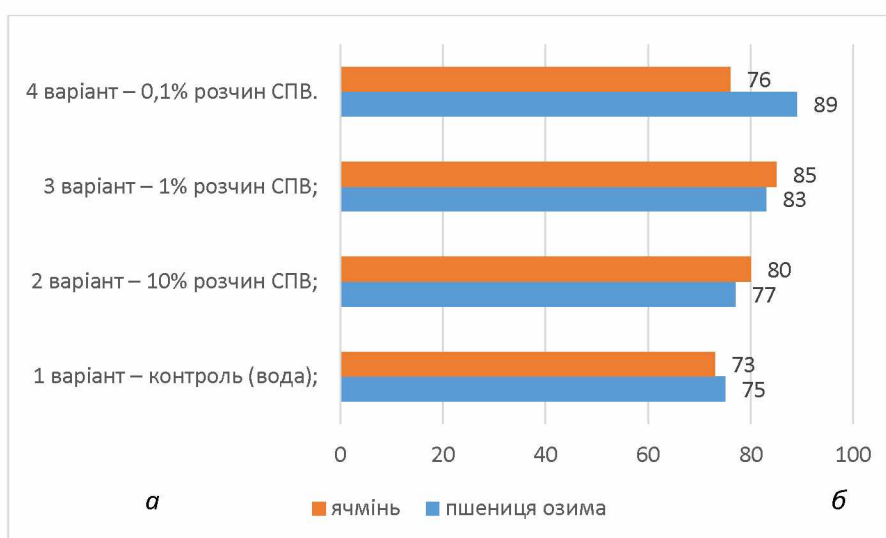
3 варіант – 1% розчин СПВ;

4 варіант – 0,1% розчин СПВ.

Усереднені результати (у чотирьохкратній повторюваності) щодо енергії проростання та схожості насіння пшениці озимої та ячменю впри протруюванні різної дози СПВ приведені на рис. 3.1.

Встановлено, що при обробці насіння пшениці озимої, найкраще значення енергії проростання та схожості зафіксовано при обробці насіння 0,1% розчином СПВ, при цьому по енергії насіння приріст склав 18% у порівнянні з контролем, а по схожості – 6%. При обробці насіння ячменю найкраще значення енергії проростання та схожості зафіксовано при обробці насіння 1% розчином СПВ, при цьому по енергії насіння приріст відповідно склав 16% у порівнянні з контролем, а по схожості – 7%. СПВ є додатковим джерелом макро- і мікроелементів, а також негативно впливає на збудників хвороб та шкідників, тому при обробці насіння пшениці озимої 0,1% розчином СПВ та при обробці насіння ячменя 1% розчином СПВ спостерігаються найкращі показники по схожості та енергії проростання, що, як і у випадку пробіотичних препаратів, суттєво відрізняє вплив від інших хімічних фунгіцидів.

a)



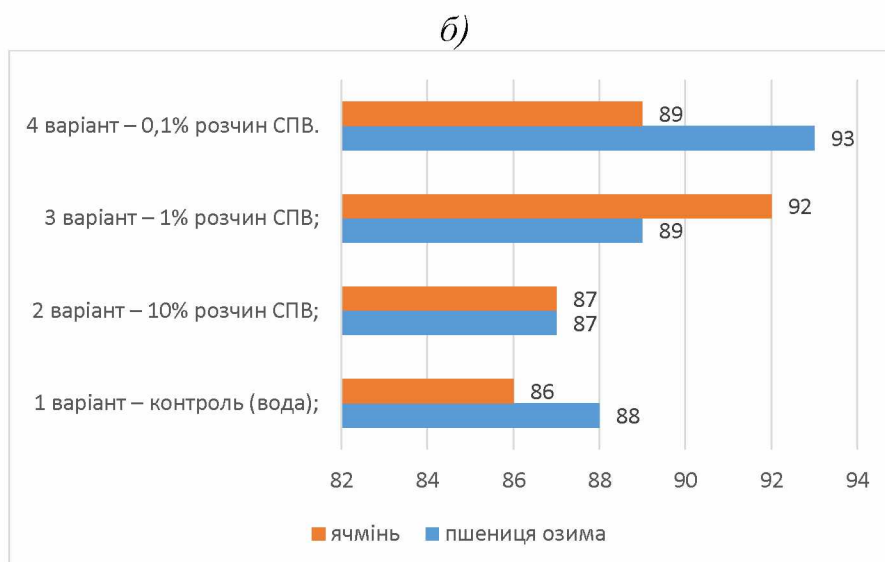


Рис. 3.1 – Енергія проростання та схожість насіння пшениці озимої та ячменя при обробці різною концентрацією СПВ (усереднені дані)

Враховуючи отримані результати, на наступному етапі проведено дослідження комплексного використання СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на пшениці озимій у наступних концентраціях:

1 варіант – контроль;

2 варіант – 1% розчин пробіотику (найкраще значення при окремому використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на насінні пшениці озимої);

3 варіант – 0,1% розчин СПВ (найкраще значення при окремому використанні СПВ на насінні пшениці озимої);

4 варіант – суміш 1% розчину пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (у концентрації 10 мл/л) та 0,1% розчину СПВ (1 мл/л).

Результати представлені у табл. 3.3.

Енергія проростання та схожість зразків пшениці озимої при знезараженні
пробіотичним препаратом *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, %

Варіант досліджу	Енергія проростання	% від контролю, ±	Схожість	% від контролю, ±
1. Контроль	75	-	88	-
2. Обробка 1% розчином пробіотику	90	+20	93	+5
3. Обробка 0,1% розчином СПВ	89	+18	92	+4
4. Обробка сумішшю (1% розчин пробіотику та 0,1% розчин СПВ)	94	+25	97	+10

Встановлено, що найкращий результат отримано при обробці насіння пшениці озимої сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 94%, що на 25% більше у порівнянні з контролем, а схожість 97%, що на 10% більше у порівнянні з контролем відповідно.

Аналогічні дослідження щодо комплексного використання СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* проведені і для ячменя (табл. 3.4):

1 варіант – контроль;

2 варіант – 10% розчин пробіотику (найкраще значення при окремому використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* на насінні ячменя);

3 варіант – 1% розчин СПВ (найкраще значення при окремому використанні СПВ на насінні ячменя);

4 варіант – суміш 10% розчину пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (у концентрації 100 мл/л) та 1% розчину СПВ (10 мл/л). 3.4

Енергія проростання та схожість зразків ячменя при знезараженні
пробіотичним препаратом *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, %

Варіант досліджу	Енергія проростання	% від контролю, ±	Схожість	% від контролю, ±
1. Контроль	73	-	86	-
2. Обробка 10% розчином пробіотику	90	+23	94	+9
3. Обробка 1% розчином СПВ	85	+16	92	+6

4. Обробка сумішшю (10% розчин пробіотику та 1% розчин СПВ)	95	+30	96	+12
---	----	-----	----	-----

Встановлено, що найкращий результат отримано при обробці насіння ячміння сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 95%, що на 30% більше у порівнянні з контролем, а схожість 96%, що на 12% більше у порівнянні з контролем відповідно.

Таким чином, в результаті експериментальних досліджень в лабораторних умовах встановлено ефективні суміші пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ для підвищення енергії проростання та схожості. Зокрема встановлено ефективність використання суміші пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ для протруювання насіння у наступних дозах:

- для пшениці озимої (голозерного насіння) – суміш 1% розчину пробіотику та 0,1% розчину СПВ;
- для ячменя (плівчастого насіння) – суміш 10% розчину пробіотику та 1% розчину СПВ.

3.2 Визначення властивостей комплексного використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води у боротьбі з фітопатогенами

Останніми роками бактеріальні хвороби сільськогосподарських рослин вийшли на новий рівень епіфітотії та є основними факторами, які впливають на урожайність культур. Для запобігання розповсюдженню збудників бактеріозів необхідно звернути особливу увагу на якість посадкового матеріалу, бо саме на ньому зберігаються збудники бактеріозу. Слід зазначити, що в свіжо зібраному зерні 90 - 99% мікробів становлять бактерії, переважна більшість яких знаходиться на поверхні зерна, деякі з них здатні потрапити в середину через механічні пошкодження. Тому, в жодному разі

не можна недооцінити важливість захисту насіння, що використовуватимуть у якості посадкового матеріалу [442].

Зовнішні прояви ураження зерна сільськогосподарських культур грибами та бактеріями майже не відрізняються. Досить часто дефіцит будь-якого елемента живлення, після дія гербіциду або механічні пошкодження також можуть спричинити появу симптомів схожих на бактеріальні ураження.

Важливо застосовувати препарати, які забезпечують ліквідування збудника хвороби, запобігання його розвитку та розповсюдженню. Однак для захисту рослин від збудників бактеріальних хвороб в Україні немає спеціальних зареєстрованих хімічних препаратів, досить часто використовують фунгіциди, які не здатні протидіяти бактеріозу. Тому, використання препаратів на основі пробіотиків у боротьбі з фітопатогенами є перспективним інноваційним напрямом.

Протягом 2017-2022 рр. у лабораторії агроекологічного моніторингу ПДАУ проведений лабораторний експеримент визначення бактерицидної та фунгіцидної активності пробіотичних препаратів та впровадження їх у біологічну систему захисту рослин. Експеримент передбачав дослідження трьох пробіотичних препаратів *Sviteko*: *Sviteko-ППВ*, *Sviteko-ОПЛ*, *Sviteko-Агробіотик-01* на наявність токсичної дії до фітопатогенних бактерій. Препарати розроблені за інноваційною технологією та у своєму складі мають міючу основу та культури пробіотичних бактерій (*Bacillus subtilis*). Ці препарати знайшли використання як екологічно безпечні міючі засоби [484]. Але дослідження застосування даних препаратів у боротьбі з фітопатогенами відбулося вперше.

В якості тест-культур були використані представники найбільш поширених та шкодочинних фітопатогенних бактерій: *Pseudomonas syringae* - УКМ В-1027⁷ (ІМВ 8511) - поліфаг, збудник плямистостей широкого кола сільськогосподарських та квіткових рослин; *Pectobacterium carotovorum* - УКМ В-1095^Т (ІМВ 8982) – поліфаг, збудник гнилей широкого кола

сілськогосподарських та квіткових рослин; *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* – УКМ В-1049 (IMB 8003) - збудник судинного бактеріозу капусти; *Pseudomonas fluorescens*- викликає плямистості та м'які гнилі; *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* 10₂ – спричинює бактеріальний рак томатів та інших пасльонових, буру плямистість перцю; *Agrobacterium tumefaciens* (*Rhizobium vitis*) 8628 – пухлини та некрози сілськогосподарських культур.

До основних показників якості посівного матеріалу відповідно Державного стандарту України 4138-2002 [441], відносять зараженість хворобами та заселеність шкідниками. Тому для визначення фунгіцидної дії пробіотичних препаратів на третю і на п'яту добу культивування на чашках використовували фітопатогенні штами грибів *Fusarium oxysporum* та *Alternaria* sp., які уражують широкий спектр сілськогосподарських і декоративних рослин.

У результаті проведеного дослідження встановлено наступне.

Визначення бактерицидної дії пробіотичних препаратів

Отримані результати дослідження пробіотичних препаратів свідчать про те, що із трьох досліджених препаратів найактивнішим виявився препарат *Sviteko-Агробіотик-01*. Препарат *Sviteko-Агробіотик-01* – нативний і в розведенні проявляв високу антибактеріальну активність щодо всіх досліджених фітопатогенних бактерій (табл.3.5).

Таблиця 3.5

Чутливість фітопатогенних бактерій до пробіотичних препаратів

Тест-культури бактерій	Зони відсутності росту бактерій, мм (розведення препаратів)						
	нативний	1:10 ⁻¹	1:10 ⁻²	1:10 ⁻³	1:10 ⁻⁴	1:10 ⁻⁵	1:10 ⁻⁶
<i>Sviteko-ППВ</i>							
<i>P. syringae</i>	20	15	0	0	0	0	0
<i>P. fluorescens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. carotovorum</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	БЦ повна	40	28	0	0	0	0
<i>C. michiganensis</i>	БЦ повна	35	22	5	0	0	0
<i>A. tumefaciens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sviteko-ОПЛ</i>							
<i>P. syringae</i>	15	13	10	БС-18	БС- 9	0	0
<i>P. fluorescens</i>	0	0	0	0	0	0	0

<i>P. carotovorum</i>	30	20	0	0	0	0	0
<i>X. campestris pv. campestris</i>	50	40	15	13	0	0	0
<i>C. michiganensis</i>	50	35	24	15	0	0	0
<i>A. tumefaciens</i>	20	13	0	0	0	0	0
<i>Sviteko-Азробиомик-01</i>							
<i>P. syringae</i>	50	30	25	25	10	БС сл..	0
<i>P. fluorescens</i>	30						
<i>P. carotovorum</i>	50	25	22	27	0	0	0
<i>X. campestris pv. campestris</i>	40	35	30	15	10	0	0
<i>C. michiganensis</i>	60	30	18	15	13	0	0
<i>A. tumefaciens</i>	50	35	15	5	0	0	0

БЦ – бактерицидна дія, БС – бактеріостатична дія

Виявлено, що представники фітопатогенних бактерій *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis* чутливі до препарату навіть в розведенні 1 : 10000. Препарат *Sviteko-Азробиомик-01* розведений в 1000 разів проявив високу антибактеріальну дію до *Pseudomonas syringae* і *Pseudomonas fluorescens*. Дещо меншу - до *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis*. І зовсім слабку - до *Agrobacterium tumefaciens*. Для обмеження поширення фітопатогенних бактерій *Pseudomonas syringae* і *Pectobacterium carotovorum* вищезгаданий пробіотичний препарат можна використовувати у дозі 1 : 1000.

Препарати *Sviteko-ППВ* і *Sviteko-ОПЛ* проявили вибірково антибактеріальну дію на деякі збудники бактеріальних хвороб. Так, препарат *Sviteko-ППВ* проявив антибактеріальну дію до *Pseudomonas syringae* тільки в нативному (не розведеному) виді і у розведенні в 10 раз. Антибактеріальну дію до *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis* препарат не виявив як в нативному стані, так і в розведенні 1:10 та 1:100. Взагалі не виявив токсичної дії препарат до *Pseudomonas fluorescens* та *Agrobacterium tumefaciens*.

Препарат *Sviteko-ОПЛ* проявив токсичну дію до фітопатогенних бактерій переважно в нативному виді. Виключенням є антибактеріальна

активність щодо *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis*, яка проявилася навіть у розведенні 1 : 1000.

Отже, пробіотичний препарат *Sviteko-Агробиотик-01* у розведеннях 1:100 та 1:1000 раз можна використовувати для розробки біологічних методів захисту від усіх досліджених нами фітопатогенних бактерій. Пробиотичний препарат *Sviteko-ОПЛ* можна використовувати для розробки біологічних методів захисту від лише проти збудників бактеріозів *Xanthomonas campestris* та *Clavibacter michiganensis*. Тому використання препаратів на основі пробіотиків у боротьбі з фітопатогенами є перспективним інноваційним напрямом, адже на ринку здебільшого представлені мікробіологічні препарати на основі симбіотичних азотофіксуючих, фосфат мобілізуючих, клубчастих бактерій (*Azotobacter*, *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus megaterium*).

Визначення фунгіцидної активності пробіотичних препаратів

Результати дослідження фунгіцидної активності (табл. 3.6) свідчать, що пробіотичні препарати не виявляють токсичної дії до вищевказаних фітопатогенних штамів грибів.

3.6

Чутливість фітопатогенних грибів до пробіотичних препаратів

(зони фунгіцидної дії, мм)

Мікроміцети	Нативний препарат	1:10 ⁻¹	1:10 ⁻²	1:10 ⁻³	1:10 ⁻⁴
<i>Sviteko-ППВ</i>					
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Sviteko-ОПЛ</i>					
<i>Fusarium oxysporum</i>	15 мм	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	15 мм	0	0	0	0
<i>Sviteko-Агробиотик-01</i>					
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp.	10	0	0	0	0

У процесі спостереження за дією препарату *Sviteko-ППВ* не було виявлено зон затримки росту для жодної з випробуваних концентрацій, що свідчить на резистентність мікроорганізмів до даного препарату. Виявлено активність препаратів *Sviteko-ОПЛ* та *Sviteko-Агробіотик-01* у нативному стані. Але діаметр зон затримки росту не перевищує 15 мм, що свідчить про слабку чутливість до препаратів. Ріст грибної культури спостерігали навіть всередині лунки, в яку вносили біоцид. Отже, досліджені пробіотичні препарати не пригнічують ріст тест-культур грибів.

Враховуючи вищеприведені результати дослідження, на наступному етапі проведено вивчення чутливості фітопатогенних бактерій та грибів до комплексного використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води. Проведено вивчення антибактеріальної активності щодо фітопатогенних бактерій наступних препаратів:

- 1 варіант - препарат *Sviteko-Агробіотик-01* у розведенні 1:100;
- 2 варіант – розчин супутньо-пластової води у розбавленні 1:1000;
- 3 варіант - суміш пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:100) та СПВ (розведення 1:1000).

Отримані результати дослідження свідчать про те, що найкращі результати зафіксовані при комплексному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (1% розведення) та СПВ (0,1% розведення), причому по деяким фітопатогенам (*P. syringae*, *C. michiganensis*, *A.tumefaciens*) результати були кращі ніж при нативному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*. Таким чином підтвержено синергічну дію пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ при їх комплексному використанні проти фітопатогенних бактерій (рис. 3.2).

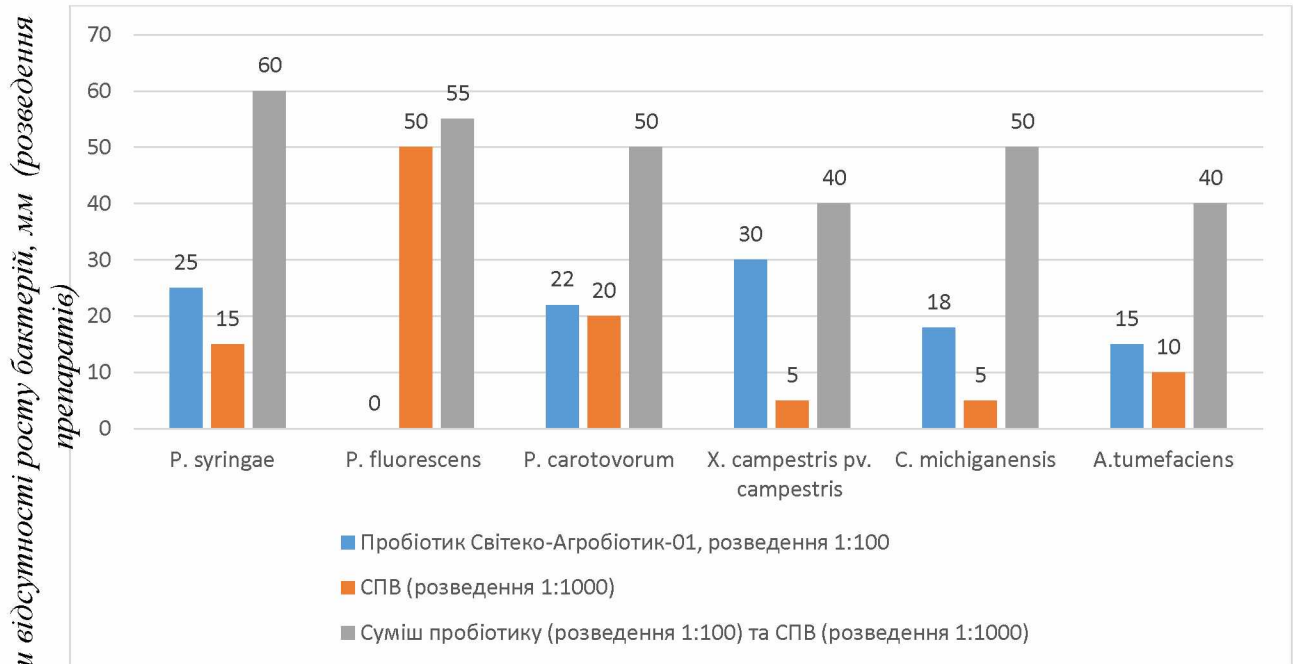


Рис. 3.2 - Чутливість фітопатогенних бактерій до комплексної дії пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ

Результати дослідження фунгіцидної активності (рис. 4.3) свідчать, що пробіотичні препарати *Sviteko-Агробіотик-01* у комплексі із СПВ виявляють токсичну дію до вищевказаних фітопатогенних штамів грибів. Це обумовлено токсичним впливом як безпосередньо СПВ, так і збільшенням активності пробіотичних мікроорганізмів внаслідок забезпечення СПВ необхідним поживним середовищем для даних мікроорганізмів (мікро- і макроелементів). Таким чином встановлено, що суміш СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* можна використовувати як фунгіцид.

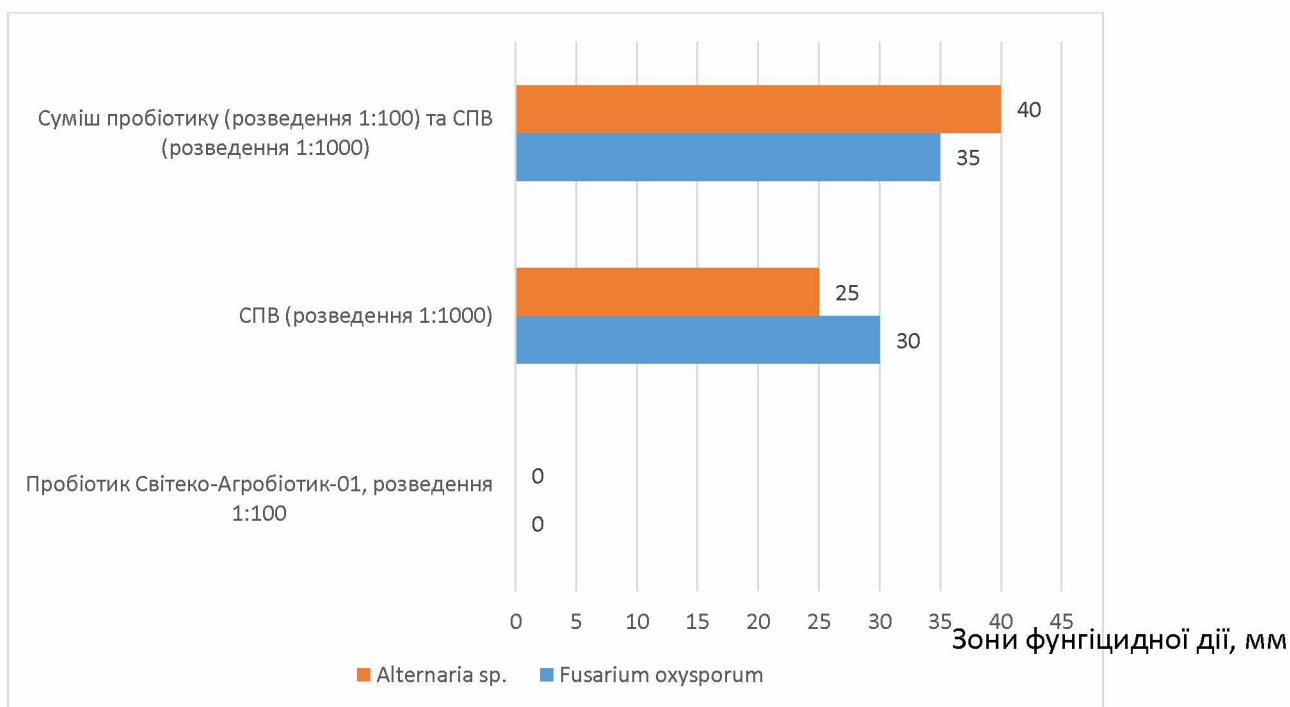


Рис. 4.3 -Чутливість фітопатогенних грибів до пробіотичного препарату *Svitako-Агробіотик-01* та СПВ (зони фунгіцидної дії, мм)

3.3 Комплексне використання пробіотичних препаратів з супутньо-пластовою водою як фунгіциду в агросистемах

Враховуючи попередні лабораторні дослідження щодо можливостей використання пробіотичних препаратів та СПВ як фунгіциду, проведено вивчення впливу різних концентрацій пробіотичних препаратів та СПВ, а також їх сумішей на проростання спор збудників сажки звичайної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae (Pers)*).

На першому етапі проведено дослідження впливу різних концентрацій супутньо-пластової води на проростання спор збудників сажки звичайної проса (рис. 4.4). Дослідження проведено в польових умовах протягом 2017-2022 рр. Сорт проса – Полтавське Золотисте. Досліди закладали за трикратного повторення; довжина ділянки 1 м, ширина – 4 рядки [45].

Облік ураження сортів спор збудників пильної головної проса проводили у фазі воскової стиглості. Колосся, уражене сажкою, зв'язували сортами, етикетують, обгортають папером і зберігали у сухому місці за температури навколишнього повітря. До польового журналу заносили

кількість хворих та здорових колосків кожного сорту й обчислюють ураження у відсотках [45].

У результаті встановлено, що СПВ ефективно пригнічує проростання спор збудників пильної головної проса у будь яких її концентраціях, але при концентрації більше 25% цей показник становить більше 90% (рис. 3.4-3.5).

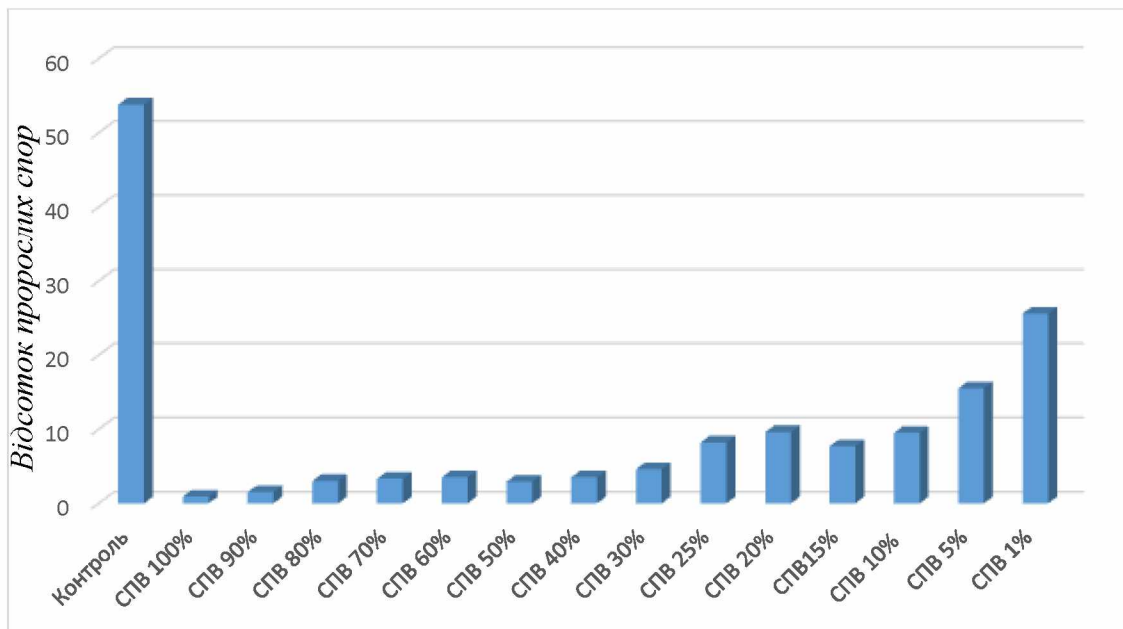


Рис. 4.4 – Відсоток пророслих спор збудників сажки звичайної проса (усереднені дані, 3-х кратна повторюваність за 5 років, 2017-2022 рр.)

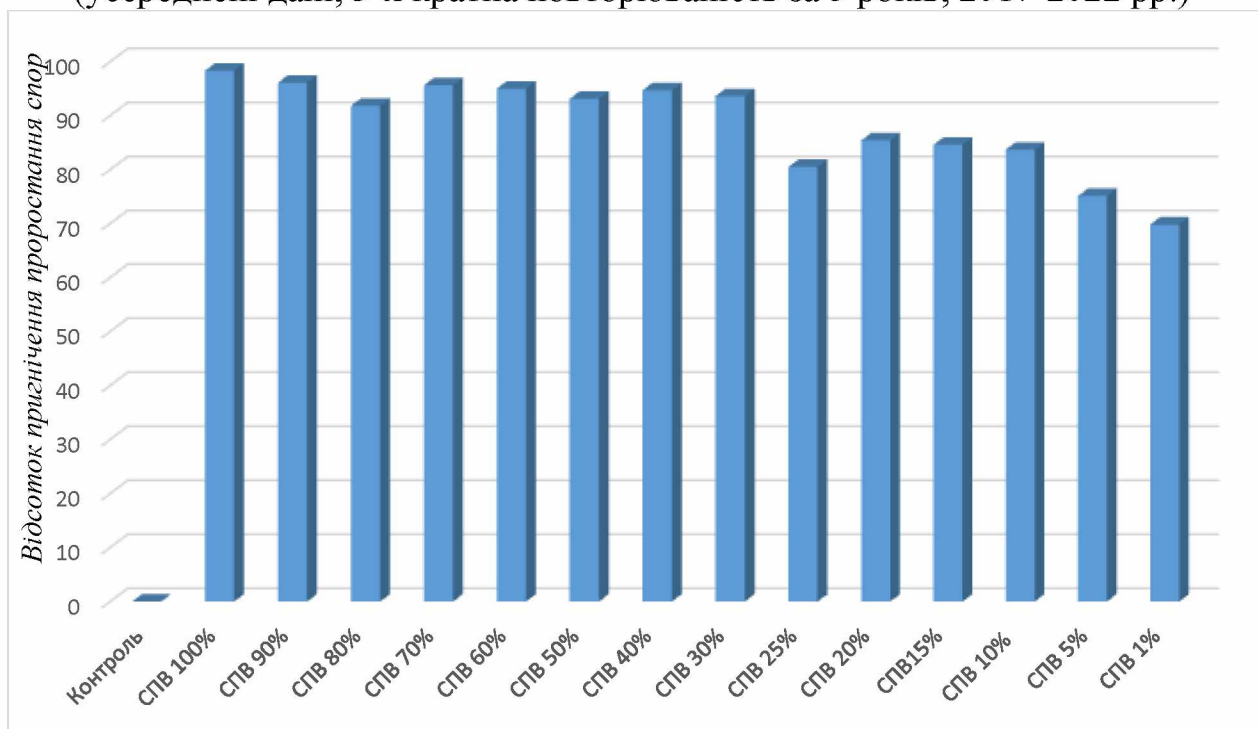


Рис.3.5 – Відсоток пригнічення проростання спор збудників пильної головної проса (усереднені дані, 3-х кратна повторюваність за 5 років, 2017-2022 рр.)

Встановлено, що при зниженні концентрації СПВ до 1% пригнічення проростання спор збудників пильної головної проса зменшується в середньому до 69,8%.

На наступному етапі проведені дослідження комплексного впливу СПВ різної концентрації та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* у розведенні 1:10 (для плівчастого насіння) на проростання спор збудника сажки звичайної проса. Встановлено, що при використанні суміші концентрації СПВ 10% та 1% з пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* (10% розчин) пригнічення проростання спор збудників сажки звичайної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae* (Pers)) складає більше 90% (94,1 та 91,2% відповідно) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вплив різних концентрацій СПВ та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:10) на проростання спор збудника сажки звичайної проса (*Sphacelotheca panici mileaceae* (Pers)).

Варіант	Всього спор	З них			% пророслих	% пригнічення проростання
		проросло	не проросло	деформ.		
Контроль	25,5	19,4	6,2	-	78,1	-
Пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:100)	20,9	10,1	10,8	-	53,8	-
СПВ 100%	24,4	0,15	21,4	1,0	0,9	98,3
СПВ 40%	27,0	0,4	26,6	0,25	1,5	96,7
СПВ 20%	31,0	0,97	30,03	-	11,8	95,0
СПВ 15%	27,5	2,2	25,3	0,025	7,7	89,7
СПВ 10%	23,7	2,3	21,4	-	9,5	83,7
СПВ 1%	25,6	6,55	18,95	0,015	25,6	69,8
СПВ 10%+пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:10)	24,4	0,36	23,01	1,03	1,5	94,1
СПВ 1%+пробіотик Світеко-Агробіотик (розведення 1:10)	22,5	0,50	20,52	0,55	2,2	91,2
СПВ 0,1%+пробіотик Світеко-	26,3	11,86	13,17	0,011	45,1	50,1

Агробіотик (розведення 1:10)						
---------------------------------	--	--	--	--	--	--

Таким чином встановлено, що суміш пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:10) та СПВ (розведення 1:10 та 1:100) є ефективним фунгіцидом для проса.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що найкращий результат для захисту агрофітоценозу отримано при обробці насіння пшениці озимої сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 94%, що на 25% більше у порівнянні з контролем, а схожість 97%, що на 10% більше у порівнянні з контролем відповідно. При обробці насіння ячменя найкращий результат також отримано при обробці насіння ячменя сумішшю пробіотичного препарату *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ, зокрема енергія проростання склала 95%, що на 30% більше у порівнянні з контролем, а схожість 96%, що на 12% більше у порівнянні з контролем відповідно. Таким чином, в результаті досліджень встановлено ефективність використання суміші пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ для протруювання насіння у наступних дозах: для пшениці озимої (голозерного насіння) – суміш 1%-го розчину пробіотику та 0,1% розчину СПВ; для ячменя (плівчастого насіння) – суміш 10%-го розчину пробіотику та 1% розчину СПВ.

1. Встановлено, що пробіотичний препарат *Sviteko-Агробіотик-01* у розведеннях 1:100 та 1:1000 раз можна використовувати для розробки біологічних методів захисту від фітопатогенних бактерій. На основі вивчення чутливості фітопатогенних бактерій та грибів до комплексного використання суміші пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води встановлено, що найкращі результати зафіксовані при комплексному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (1% розведення) та СПВ (0,1% розведення), причому по деяким фітопатогенам (*P. syringae*, *S. michiganensis*, *A. tumefaciens*) результати були кращі ніж при нативному використанні пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01*. Таким чином підтвержено синергічну дію пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* та СПВ при їх комплексному використанні проти фітопатогенних бактерій.

2. Встановлено, що пробіотичні препарати не виявляють токсичної дії до фітопатогенних штамів грибів. У той же час результати дослідження фунгіцидної активності свідчать, що пробіотичний препарат *Sviteko-Агробіотик-01* у комплексі із СПВ виявляє токсичну дію до фітопатогенних штамів грибів. Це обумовлено токсичним впливом як безпосередньо СПВ, так і збільшенням активності пробіотичних мікроорганізмів внаслідок забезпечення СПВ необхідним поживним середовищем для даних мікроорганізмів (мікро- і макроелементів), тобто суміш СПВ та пробіотиків можна використовувати як фунгіцид.

3. Проведені дослідження комплексного впливу СПВ різної концентрації та пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* у розведенні 1:10 (для плівчастого насіння) на проростання спор збудника сажки звичайної проса дозволили встановити, що при використанні суміші концентрації СПВ 10% та 1% з пробіотиком *Sviteko-Агробіотик-01* (10% розчин) пригнічення проростання спор збудників сажки звичайної проса складає більше 90% (94,1 та 91,2% відповідно). Таким чином встановлено, що суміш пробіотику *Sviteko-Агробіотик-01* (розведення 1:10) та СПВ (розведення 1:10 та 1:100) є ефективним фунгіцидом для проса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрушенко В.М. Світовий досвід переходу від традиційного до органічного агровиробництва та можливості його застосування в Україні. *Агросвіт*. 2015. №7. С. 55–61.
2. Тараріко О.Г. та ін. Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клі- мату. *Агроєкологічний журнал*. 2017. Вип. 1. С. 7–15.
3. Стан та шляхи підвищення родючості ґрунтів Полтавської області у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: монографія / за ред. А. В. Кохана, Л. Д. Глуценка. Полтав. держ. с.-г. дослід. станція ім. М. І. Вавилова. Полтава, 2015. 90 с
4. Рижук С. М., Медведєв В. В. Технологія відтворення родючості ґрунтів в сучасних умовах. Київ, 2003. 213 с.
5. Шумік С. А., Погоріла Н. Ф., Драга М. В., Скопецька О. В. Застосування вуглеамонійних солей як нового екологічно чистого азотного добрива при вирощуванні цінних лікарських рослин та злакових культур. *Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка*. 1999, №4. С. 91-92
6. Taylor J. P. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 34. P. 387–40.
7. Дульгеров А. Н., Нудьга А. Ю. Компостування навозу з вуглеамонійними солями и ефективність отримання навозу на посівах кукурузи. *Збірник наукових праць НАН України*. Київ: ВВП Компас, 1998. С. 323-326.
8. Кисіль В. І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. Харків, 2005. 167 с.
9. Pedak I.S. The impact of environmental factors on the production of high-quality. *Journal of Agri cultural Science*. 2018. №8. P. 15—20.
10. Organic Federation of Ukraine. K.:2015, [http:// www. organic. com. ua](http://www.organic.com.ua).

11. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С. М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
12. Шувар І. А., Бунчак О. М., Сендецький В. М., Тимофійчук О. Б. Виробництво та використання органічних добрив: монографія / за заг. ред. І. А. Шувара. Івано-Франківськ: Симфонія Форте, 2015. 596 с.
13. Chaika T.O., Yasnolob I.O., Gorb O.O., Shvedenko P.Yu. Intellectual Rent in the Context of the Ecological, Social, and Economic Development of the Agrarian Sector of Economics. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2017. Vol. VIII, № 7(23).P. 1442–1450.
14. Фатеев А. І., Смірнова К. Б., Семенов Д. О. Оцінка придатності ґрунтів України для органічного землеробства за вмістом мікроелементів. *Вісник аграрної науки*. 2014. №4. С. 5–9.
15. Трифанов О. Способи біологічного підвищення родючості ґрунтів. *Пропозиція*. 2013. С. 52–53.
16. Патица В.П., Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ: Урожай, 1993. 176 с.
17. Писаренко В.М. Органічне землеробство для приватного сектора / за ред. В.М. Писаренка. Полтава: ФОП Мирон І.А., 2017. 140 с.
18. Мінькова О. Г. Шляхи та способи переходу від традиційного аграрного виробництва до органічного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. 3–10
19. Центило Л. В., Цюк О. А. Баланс азоту, фосфору і калію за застосування добрив. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 5. (75). Режим доступу до статті: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.020>.
20. Бацула О. О., Скрильник Є. В., Кравець Т. Ф. Вплив добрив і рослинних решток на гумусовий стан ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Київ, 2002. № 59. С. 115–121.

21. Власюк П. А., Лисовал П. З. Влияние органических и минеральных удобрений на повышение основных культур севооборота. *Агробиология*. 1965. № 1. С.10–17.
22. Заришняк А. С., Іваніна В. В., Шиманська Н. К. Вплив добрив на родючість ґрунту і продуктивність сівозміни. *Збірник наукових праць УБКЦБ*. 2012. Вип.13. С. 290–300.
23. Гамзиков Г. П., Кулагина М. Н. Влияние длительного применения удобрений на органическое вещество почв. *Почвоведение*. 1990. №11. С. 57– 67.
24. Гордієнко В. П., Бодня В. І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозмінах на урожайність ярого ячменю. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2005. Вип. 4 (23). С. 94–100.
25. Дегодюк С. Є., Бобер Л. В., Вержбицька О. А. Вплив тривалого застосування добрив на відтворення органічної речовини сірого лісового ґрунту. *Зб. наукових праць Ін-ту землеробства УААН*. 2001. Вип. 3. С. 18–21
26. Живилко В. А., Цибак В. Л., Глушук М. М. Вплив добрив на продуктивність культур сівозміни та вміст гумусу і азоту в ґрунті. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1976. №3. С.19–24.
27. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ : Аграрна наука. 2008. 308 с.
28. Пати́ка В. П., Тихонович І. А., Ріліп'єв І. Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ : Урожай, 1993. 176 с.
29. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. ВНТП-АПК-09.06 : затв. наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.02.2006 р. № 29.
30. Послід птиці. Технології біологічного переробляння. Загальні вимоги. ДСТУ 7527:2014 : Державна дослідна станція птахівництва НААН від 23.10.2014.

31. Методика внесення органічних добрив : затв. Наказом Мінагрополітики від 24.11.2021 р. № 382 «Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів».
32. Результати наукових досліджень підготовлено на основі матеріалів Х туру (2011–2015 рр.) агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення / за редакцією І. П. Яцука. Київ, 2017. 66 с.
33. Волкогон В. В., Деркач С. М., Дімова С. Б., М'ягка М. В. Біокомпостування органічного субстрату на основі пташиного посліду за інтродукції асоціації грибів *Trichoderma harzianum*. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 108–115.
34. Колісник Н.М., Тимофійчук Б.В., Сендецький В.М. та ін. Деструкція соломи — невід'ємна складова біологізації землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 279–280.
35. Русаков Д.С., Дідух В. Ф., Том'юк В.В. Промислове виробництво органічних, органо-мінеральних та гранульованих добрив на основі сапропелів. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2014. №18, С. 37–42.
36. Чабанюк Я. В., Бровко І. С., Кордунян О.О. ДЦ (деструктор целюлози) — препарат для управління ґрунтовою родючістю. *Аграрна наука — виробництву*. 2016. № 4. С. 7–8.
37. Taylor J. P. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 34. P. 387–40.
38. Beck-Broichsitter S., Fleige H., Horn R. Compost quality and its function as a soil conditioner of recultivation layers — a critical review. *International Agrophysics*. 2018. № 32. P. 11–18. DOI: 10.1515/intag-2016-0093

39. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25–28.
40. Смірнов В. В., Патица В. П., Підгорський В. С. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроекологічний журнал*. 2012. №3. С. 3-8.
41. Abdel-Dayem E. A., Erriquens F., Verrastro V., Sasanelli N. Nematicidal and fertilizing effects of chicken manure, fresh and composted olive mill wastes on organic melon. *Helminthologia*. 2012. Vol. 49, № 4. P. 259–269.
42. Delgado M. M., Martin J. V., De Imperial R. M., L.-Cofreces C. and García M. C. Phytotoxicity of uncomposted and composted poultry manure. *African Journal of Plant Science*. 2010. Vol. 4, № 5. P. 154–162.
43. Indriyati L. T. Chicken manure composts as nitrogen sources and their effect on the growth and quality of komatsuna (*Brassica rapa* L.). *J. ISSAAS*. 2014. Vol. 20, № 1. P. 52–63.
44. Штам бактерій *Pseudomonas putida* для одержання біоорганічного добрива: пат. 98052 Україна. МПК C12N 1/20, C05F 15/00, C05F 17/00, C12R 1/40, М. В. Гаценко, Н. В. Луценко, В. В. Волкогон; заявник і патентовласник: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. № а 201012764; заявл. 28.10.10; опубл. 10.04.12, Бюл. № 7.
45. Волкогон В. В., Деркач С. М., Дімова С. Б., М'ягка М. В. Біокомпостування органічного субстрату на основі пташиного посліду за інтродукції асоціації грибів *Trichoderma 12 harzianum* 128. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 108–115
46. М'ягка М. В., Деркач С. М., Волкогон В. В., Луценко Н. В. Сукцесії мікроорганізмів у процесі компостування курячого посліду. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 20. С. 41–48.
47. Anusuya D., Geetha M. Isolation and identification of fungal communities from vegetable wastes composts. *IJSIT*. 2014. Vol. 3, № 3. P. 203–207.

48. De Bertoldi M., Vallini G., Pera A. Technological aspects of composting, including, modelling and microbiology. Composting of agricultural and other waste: Proc. of a Seminar organized by the Commission of the European Communities, Directorate-general science, research and development, Environmental research program (Oxford, U.K., 19-20 March, 1984) / Ed. by J.K.R. Gasser. London / New York, 1985. P.27–41.
49. Debois D., Fernandez O., Franzil L., Jourdan E. Plant polysaccharides initiate underground crosstalk with bacilli by inducing synthesis of the immunogenic lipopeptide surfactin. *Env. Microbiol. Rep.* 2015 № 7(3). P. 570-582 (doi: 10.1111/1758-2229.12286).
50. Falardeau J., Wise C., Novitsky L., Avis T.J. Ecological and mechanistic insights into the direct and indirect antimicrobial properties of *Bacillus subtilis* lipopeptides on plant pathogens. *J. Chem. Ecol.* 2013. № 39(7). P. 869-878 (doi: 10.1007/s10886-013-0319-7).
51. Alonso S., Martin P.J. Impact of foaming on surfactin production by *Bacillus subtilis*: implications on the development of integrated in situ foam fractionation removal systems. *Biochem. Eng. J.* 2016. № 110. P. 125-133 (doi: 10.1016/j.bej.2016.02.006).
52. 320. 9. Shafi J., Tian H., Ji M. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment.* 2017. № 31(3): P. 446-459 (doi: 10.1080/13102818.2017.1286950).
53. Sirec T., Cangiano G., Baccigalupi L., Ricca E., Istitato R. The spore surface of intestinal isolates of *Bacillus subtilis*. *FEMS Microbiology Letters.* 2014. № 358(2). P. 1-8 (doi: 10.1111/1574- 6968.12538).
54. Raaijmakers J.M., de Bruijn L., Nybroe O., Ongena M. Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. *FEMS Microbiol. Rev.* 2010. № 34. P. 1037-1062 (doi: 10.1111/j.1574-6976.2010.00221.x),
55. Chowdhury S.P., Hartmann A., Geo X.W., Borriss R. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 — a

review. *Front. Microbiol.* 2015. № 6. P.780-788. (doi:
10.3389/fmicb.2015.00780).